

PVD TiN
Ti + N₂ + plasma

(19) 【発行国】 日本国特許庁 (JP)

(19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP)

(12) 【公報種別】 公開特許公報 (A)

(12) [Kind of Document] Japan Unexamined Patent Publication (A)

(11) 【公開番号】 特開平 8 - 1 2 7 8 7 0

(11) [Publication Number of Unexamined Application] Japan Unexamined Patent Publication Hei 8 - 127870

(43) 【公開日】 平成 8 年 (1996) 5 月 2 1 日

(43) [Publication Date of Unexamined Application] 1996 (1996) May 21 day

(54) 【発明の名称】 窒化チタン薄膜成膜方法

(54) [Title of Invention] TITANIUM NITRIDE THIN FILM FORMATION METHOD

(51) 【国際特許分類第 6 版】

(51) [International Patent Classification 6th Edition]

C23C 14/54 B 8939-4K

C23C 14/54 B 8939-4K

14/06 A 8939-4K

14/06 A 8939-4K

14/34 M 8939-4K

14/34 M 8939-4K

【審査請求】 未請求

[Request for Examination] Examination not requested

【請求項の数】 1

[Number of Claims] 1

【出願形態】 OL

[Form of Application] OL

【全頁数】 5

[Number of Pages in Document] 5

(21) 【出願番号】 特願平 6 - 2 6 8 8 7 3

(21) [Application Number] Japan Patent Application Hei 6 - 268873

(22) 【出願日】 平成 6 年 (1994) 11 月 1 日

(22) [Application Date] 1994 (1994) November 1 day

(71) 【出願人】

(71) [Applicant]

【識別番号】 000231464

[Applicant Code] 0002 31.464

【氏名又は名称】 日本真空技術株式会社

[Name] ULVAC JAPAN, LTD. CORPORATION

【住所又は居所】 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2500 番地

[Address] Kanagawa Prefecture Chigasaki City Hagisono 25 00

(72) 【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】 永谷 浩治

[Name] Nagatani Koji

【住所又は居所】 鹿児島県姶良郡横川町上ノ 3313
アルバック九州株式会社鹿児島事業所内

[Address] Inside of no 3313 ar-back Kyushu KK Kagoshima operations center with respect to Kagoshima Prefecture Airagun Yokogawa town

(72) 【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】 高橋 誠一

[Name] Takahashi Seiichi

【住所又は居所】神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
日本真空技術株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 榎本 雄三 |

【住所又は居所】静岡県裾野市須山1220-14 日
本真空技術株式会社富士裾野工場内

(72) 【発明者】

【氏名】 近藤 智保 |

【住所又は居所】静岡県裾野市須山1220-14 日
本真空技術株式会社富士裾野工場内

(72) 【発明者】

【氏名】 水沢 寧

【住所又は居所】静岡県裾野市須山1220-14 日
本真空技術株式会社富士裾野工場内

(74) 【代理人】

【弁理士】

(57) 【要約】

【目的】 良好なカバレッジを維持したまま、窒化チタ
ン薄膜の膜厚分布を改善する。 |

【構成】 前記窒素ガスに流量比で、

$1/8 \leq \text{アルゴンガス} / \text{窒素ガス} \leq 1/3$ |

の範囲でアルゴンガスを添加し、成膜中の雰囲気圧力を
 $1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ 以下の圧力に保った状態でチタンターゲ
ットをスパッタして基板上に窒化チタン薄膜を成膜する
ことを特徴とする。 |

【効果】 微細孔の埋込特性がよく、基板表面の膜厚分
布が均一な窒化チタン薄膜が得られる。

[Address] Kanagawa Prefecture Chigasaki City Hagisono 25 00
ULVAC Japan, Ltd. intracompany

(72) [Inventor]

[Name] Kashimoto Yuzo

[Address] Inside of Shizuoka Prefecture Susono City Suyama 12
20 - 14 ULVAC Japan, Ltd. corporation Fuji foot of the
mountain factory

(72) [Inventor]

[Name] Kondo Tomoyasu

[Address] Inside of Shizuoka Prefecture Susono City Suyama 12
20 - 14 ULVAC Japan, Ltd. corporation Fuji foot of the
mountain factory

(72) [Inventor]

[Name] Mizusawa Yasushi

[Address] Inside of Shizuoka Prefecture Susono City Suyama 12
20 - 14 ULVAC Japan, Ltd. corporation Fuji foot of the
mountain factory

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Patent Attorney]

(57) [Abstract]

[Objective] While satisfactory coverage is maintained, film thi
ckness distribution of titanium nitride thin film isimproved.

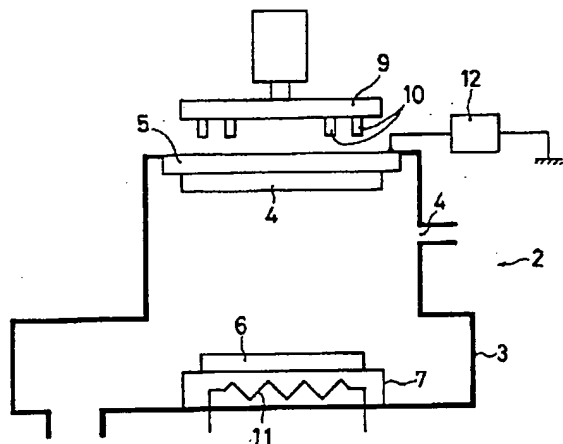
[Constitution] In aforementioned nitrogen gas with flow ratio,

$1/8 \text{ argon gas} / \text{nitrogen gas} \quad 1/3$

It adds argon gas in range, sputter doing titanium target with stat
ewhich maintains atmospheric pressure power in film
formation at pressure of the $1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ or less, it designates
that film formation it does titanium nitride thin film as feature
onthe substrate.

[Effect(s)] Pad characteristic of micropore is good, film thickn
ess distribution of substrate surface is acquiredthe uniform

titanium nitride thin film.



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板とチタニウムターゲットとを真空雰囲気中で対向配置させ、

前記真空雰囲気内に反応性ガスとして窒素ガスを導入し、

前記チタニウムターゲットをスパッタして前記基板に窒化チタンの薄膜を成膜する窒化チタン薄膜成膜方法において

前記窒素ガスに流量比で、

$$1/8 \leq \text{アルゴンガス} / \text{窒素ガス} \leq 1/3$$

の範囲でアルゴンガスを添加し、

成膜中の雰囲気を $1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ 以下の圧力に保つことを特徴とする窒化チタン薄膜成膜方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、窒化チタン薄膜の成膜方法にかかり、特に半導体及び電子機器の製造工程で基板上に設けられた微細孔を窒化チタン薄膜で埋め込む窒化チタン薄膜成膜方法に関する。

【0002】

[Claim(s)]

[Claim 1] Substrate and titanium target opposing arranging in vacuum atmosphere,

Nitrogen gas is introduced into aforementioned vacuum atmosphere as reactive gas,

Sputtering aforementioned titanium target, regarding to titanium nitride thin film formation method which the film formation it does thin film of titanium nitride in aforementioned substrate,

In aforementioned nitrogen gas with flow ratio,

$$1/8 \text{ argon gas} / \text{nitrogen gas} \quad 1/3$$

Argon gas is added in range,

Titanium nitride thin film formation method which designates that atmosphere in film formation is maintained at pressure of $1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ or less as feature.

[Description of the Invention]

[0001]

[Field of Industrial Application] This invention depends on film formation method of titanium nitride thin film, regards titanium nitride thin film formation method which imbeds micropore which with especially semiconductor and production step of the electronic equipment is provided on substrate with titanium nitride thin film.

[0002]

【従来の技術】近年のデバイスの高集積化に伴って、半導体や電子機器等の製造工程ではデザインルールの微細化や多層配線化が進んできた。このような微細化技術の進展に伴って、高アスペクト比を持つコンタクトホールやスルーホール等に対して金属薄膜等の導電性薄膜を埋め込む技術は重要度を増している。

【0003】この埋め込み技術に関しては、従来から、スパッタリング法やCVD法が用いられているが、CVD法では使用ガスが人間に有害なものが多いため高価なガス設備や除害設備が必要となり、また成膜可能な薄膜の種類も限られているという問題があり、スパッタリング法を改善することで、高アスペクト比の微細孔の埋め込みを行おうという考え方が優勢となってきた。

【0004】ところで、スパッタリング法による成膜は、真空槽内ターゲットと基板とを対向配置させ、真空状態にした後、スパッタリングガスを導入し、所定圧力下で前記ターゲット側に負電圧を印加して放電を生じさせ、電離されたスパッタガス分子(イオン)をターゲットに入射させ、叩き出されたターゲット表面の粒子を前記基板に堆積させて薄膜を形成する技術である。

【0005】しかしながら従来技術のスパッタリング方法では、図4(a)に示すように、基板101に設けられた微細孔102には、ターゲットから叩き出された粒子103が種々の方向から入射してしまう。

【0006】その結果、図4(b)に示すように、基板に対して斜め方向から入射してきた粒子103が微細孔102の開口部付近に堆積してオーバーハング104を発生させてしまい、微細孔底部105にはほとんど堆積しないシャドウイング効果が起こってしまう。その結果、微細孔底部付近で断線や接続不良が発生し易くになってしまうという問題がある。

【0007】このような問題に対して、ターゲットと基板との間に細長い穴を多数設けたフィルタを配置し、基板上に設けられた微細孔に対して垂直に入射する粒子だけが基板に到達するようにしたスパッタ成膜方法(コリメートスパッタ法)が提案されているが、このような方法では、ターゲットから飛出した粒子の大部分がフィルタに付着してしまい、成膜効率が低下する。しかも、フィルタに付着した粒子は薄膜化し、この薄膜が剥がれるとダストとなり、基板上に落ちた場合には歩留が低下するという問題があり、根本的な解決には至っていなかった。

[Prior Art] Attendant upon trend to high integration of device of recent years, with semiconductor and electronic equipment or other production step narrowing and multilayer metallization conversion of design rule advanced. technology which imbeds metal thin film or other electrically conductive thin film attendant upon development of this kind of narrowing technology, vis-a-vis contact hole and through hole etc which have the high aspect ratio has increased importance.

[0003] In regard to this pad technology, From until recently, sputtering method and CVD method are used, the way of thinking that became dominant, but because with CVD method use gas damaging ones are many in person, expensive gas facility and pollution removal facility become necessary, in addition also types of film-formable thin film is limited, there will be a problem that by fact that sputtering method is improved, will do the pad of micropore of high aspect ratio.

[0004] By way, film formation due to sputtering method, opposing arranging target and substrate inside vacuum chamber, after making vacuum state sputter gas molecule (ion) which ionization is done in target, introducing sputtering gas, under specified pressure applying doing negative voltage on aforementioned target side and doing to cause discharge, incidence doing, accumulating particle of target surface which starts hitting in aforementioned substrate, it is a technology which forms the thin film.

[0005] But with sputtering method of Prior Art, as shown in Figure 4 (a), in micropore 102 which is provided in substrate 101, particle 103 which starts hitting from the target incidence does from various direction.

[0006] As a result, as shown in Figure 4 (b), from oblique direction on particle 103 which incidence is done accumulating in opening vicinity of micropore 102 vis-a-vis the substrate, it generates overhang 104, extent is in micropore bottom 105 and shadowing effect which is not accumulated happens. As a result, there is a problem that line break and poor connection are likely to occur with micropore bottom vicinity.

[0007] In this kind of problem confronting, filter which long and narrow hole large number is provided is arranged with target and substrate, Vertically sputter film formation method (collimate sputtering method) which just particle which incidence is done in the substrate to arrive it tries is proposed vis-a-vis micropore which is provided on substrate, but with this kind of method, from target flying major portion of particle which is put out deposits in filter, film formation efficiency decreases. Furthermore, when making thin film it does particle which deposits in the filter, this thin film peels off, it becomes dust, when it falls on the substrate, there was a problem that had not reached to fundamental solution they yield decreases.

【0008】そこで出願人は、基板とターゲットの間の距離を、通常のスパッタリング方法における場合と比較して大きくし、且つ成膜中の雰囲気圧力を 1×10^{-1} Pa 以下に保つことでスパッタ粒子の直進性を向上させる、いわゆる低圧スパッタ成膜方法を提案した。この技術によれば、従来のスパッタリング法による微細孔の埋込みに伴う上記の問題を解決し、しかもダストの発生等の問題なしに基板上の微細な穴埋めを有効に実施できるものである。

【0009】ところが、基板上に窒化チタン(TiN)薄膜を成膜させるために、チタン(Ti)をターゲットに用い、窒素ガスを反応性ガスとして使用して、前記低圧スパッタ成膜方法により反応性スパッタリングを行なうと、微細孔内の埋込特性(カバレージ)は良好であるが、微細孔が設けられていない基板表面上の窒化チタン薄膜の膜厚分布が均一とならなかった。この基板表面の窒化チタン薄膜は微細孔内部の窒化チタンと異なり不要であるため、エッチング等により除去する必要があるが、基板表面の膜厚分布の不均一はエッチングむらを引き起こすのでジャストエッチが難しく、オーバーエッチングさせると微細孔内部の窒化チタンもエッチングされてしまう等、不都合が多かった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記従来技術の不都合を改善するために創作されたもので、微細孔内部の良好な埋込特性を維持したまま、基板表面上の薄膜の膜厚分布が均一である窒化チタン薄膜成膜方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、基板とチタンターゲットとを真空雰囲気中で対向配置させ、前記真空雰囲気内に反応性ガスとして窒素ガスを導入し、前記チタンターゲットをスパッタして前記基板に窒化チタンの薄膜を成膜する窒化チタン薄膜成膜方法において、前記窒素ガスに流量比で、

$1/8 \leq \text{アルゴンガス} / \text{窒素ガス} \leq 1/3$

【0008】 Then as for applicant, it enlarges by comparison with case in the distance between substrate and target, conventional sputtering method, propagation property of the sputter particle it improves by fact that atmospheric pressure power in and the film formation is maintained at 1×10^{-1} Pa or less, so-called low pressure sputter film formation method was proposed. According to this technology, it is something which can solve the above-mentioned problem which accompanies pad of micropore by the conventional sputtering method furthermore can execute microscopic hole burying on substrate effectively in occurrence or other no problems of dust.

【0009】 However, when in order film formation to do titanium nitride (TiN) thin film, it uses titanium (Ti) for target on substrate, it uses nitrogen gas as reactive gas, it does the reactive sputtering ring with aforementioned low pressure sputter film formation method, pad characteristic (coverage) inside the micropore is satisfactory, but film thickness distribution of titanium nitride thin film on substrate surface where the micropore is not provided did not become uniform. titanium nitride thin film of this substrate surface because it is unnecessary unlike titanium nitride of the micropore inside, it is necessary to remove with etching etc, but because the nonuniform of film thickness distribution of substrate surface causes etching unevenness, just etching was difficult, when overetching it does, titanium nitride of micropore inside the etching such as is done, undesirable was many.

【0010】

【Problems to be Solved by the Invention】 This invention being something which is created in order to improve the undesirable of above-mentioned Prior Art, while it maintains the satisfactory pad characteristic of micropore inside, is to offer titanium nitride thin film film formation method where the film thickness distribution of thin film on substrate surface is uniform.

【0011】

【Means to Solve the Problems】 In order to solve above-mentioned problem, this invention, substrate and the titanium target opposing arranging in vacuum atmosphere, to introduce nitrogen gas into the aforementioned vacuum atmosphere as reactive gas, sputter doing the aforementioned titanium target and regarding to titanium nitride thin film film formation method which film formation it does thin film of titanium nitride in aforementioned substrate, in the aforementioned nitrogen gas with flow ratio,

$1/8 \text{ argon gas} / \text{nitrogen gas} \text{ } 1/3$

の範囲でアルゴンガスを添加し、成膜中の雰囲気圧を 1×10^{-1} Pa 以下の圧力に保つことを特徴とする。

[0012]

【作用】基板とチタニウムターゲットを対向配置させて真空雰囲気におき、前記真空雰囲気内に反応性ガスとして窒素ガスを導入して前記チタニウムターゲットをスパッタすると、前記基板に窒化チタンの薄膜が成膜される。

【0013】この成膜の際の圧力を 1×10^{-1} Pa 以下の圧力にしておき、前記窒素ガスにアルゴンガスを、流量比で、

$$1/8 \leq \text{アルゴンガス} / \text{窒素ガス} \leq 1/3$$

の範囲で添加すれば、良好な埋込特性を維持したまま均一な膜厚分布を有する窒化チタン薄膜 (TiN) を成膜することができる。

【0014】アルゴンガスと窒素ガスの流量比が $1/8$ 未満の値では膜厚分布はよくなる。一方、 $1/3$ を超える値になるまでアルゴンガスを添加した場合には、膜厚分布は均一であるが、窒化チタン薄膜特有のゴールド色を示さなくなり、窒素の不足から、チタン薄膜と窒化チタン薄膜の中間的色調 (黄味がかかった金属色) となり、チタンの多い $\text{Ti}_{1-x}\text{N}_x$ 膜が成膜されたことが分かる。この $\text{Ti}_{1-x}\text{N}_x$ 膜は、特性が悪く、バリアー膜として使用するには不都合である。

[0015]

【実施例】本発明の実施例を図面に基いて説明する。

【0016】図1を参照し、2は本発明に用いた低圧スパッタ装置であり、真空槽3を備えている。該真空槽3は、ガス導入口4と真空排気口3と、ターゲット電極5と基板ホルダー7とを備えている。前記真空排気口3には図示しない真空ポンプが接続されており、前記ターゲット電極5の裏面には、二重の同心円上に配置された磁石10を有する直径320mmのマグネットプレート9が設けられ、前記基板ホルダー7の裏面にはヒータ11が設けられている。

【0017】前記ターゲット電極5には直径300mmのチタニウムターゲット4が装着され、前記基板ホルダー7は、直径6インチの基板6を前記チタニウムターゲット4と対

It adds argon gas in range, it designates that atmosphere in film formation is maintained at pressure of 1×10^{-1} Pa or less as feature.

[0012]

[Work or Operations of the Invention] Opposing arranging substrate and titanium target, introducing nitrogen gas into the aforementioned vacuum atmosphere in every vacuum atmosphere as reactive gas, when the sputter it does aforementioned titanium target, thin film of titanium nitride the film formation is done in aforementioned substrate.

[0013] Case of this film formation to designate pressure as pressure of the 1×10^{-1} Pa or less, in aforementioned nitrogen gas argon gas, with flow ratio,

$$1/8 \text{ argon gas} / \text{nitrogen gas} \leq 1/3$$

If it adds in range, while satisfactory pad characteristic is maintained the film formation is possible titanium nitride thin film (TiN) which possesses uniform film thickness distribution.

[0014] Flow ratio of argon gas and nitrogen gas at value under $1/8$ as for the film thickness distribution does not become good. On one hand, until it reaches value which exceeds $1/3$ when the argon gas is added, film thickness distribution is uniform, but it stops showing titanium nitride thin film peculiar gold color, from insufficiency of nitrogen, intermediate color of the titanium thin film and titanium nitride thin film (yellowing caught metallic color) with becomes, $\text{Ti}_{1-x}\text{N}_x$ membrane where titanium is many film formation being done it understands. As for this $\text{Ti}_{1-x}\text{N}_x$ membrane, characteristic is bad, uses as barrier membrane, it is a undesirable.

[0015]

[Working Example(s)] Working Example of this invention based on the drawing is explained.

[0016] Figure 1 is referred to, 2 is low pressure sputtering apparatus which is used for the invention, it has vacuum chamber 3. said vacuum chamber 3, has with gas inlet 4 and vacuum pumping port 3 and target electrode 5 and substrate holder 7. unshown vacuum pump is connected by aforementioned vacuum pumping port 3, can provide magnet plate 9 of diameter 320 mm which possesses magnet 10 which is arranged on concentric of double in back surface of aforementioned target electrode 5, heater 11 is provided in back surface of aforementioned substrate holder 7.

[0017] Titanium target 4 of diameter 300 mm is mounted in aforementioned target electrode 5, as for the aforementioned substrate holder 7, in order substrate 6 of diameter 6 inch

向して装着ができるように構成されており、該基板ホルダー 7 に基板を装着した場合、該基板と前記ターゲット 4 との距離が 140 mm になるように構成されている。

【0018】前記基板 6 には、深さを a 、底面の径を e としたときに、

$$A/R = a/e$$

で定義されるアスペクト比 A/R が 2 の微細孔が設けられており、前記図示しない真空ポンプを起動させ、前記真空槽 3 を高真空状態にした後、前記ヒータ 11 で前記基板 6 を加熱し、前記ガス導入口 4 から流量 26 sccm の窒素ガスに、アルゴンガスを流量 4 sccm の割合で添加したスパッタリングガスを導入し (全体の流量は 30 sccm)、排気速度を調節して圧力が 5.7×10^{-2} Pa の値で安定するまで待った後、前記ターゲット電極 5 に接続された直流電源 12 により 10 kW の電力を投入し、スパッタリングを行ったところ、前記基板 6 に窒化チタン薄膜が成膜された。

【0019】この窒化チタン薄膜の膜厚を、図 2 に示す基板 6 の、微細孔が設けられていない表面の 9 点で測定した。この 9 点は、基板中心の点 P_1 の位置を (0, 0) とすると、残りの 8 点は、座標の単位を mm として、 $P_2(35.00, 0)$ 、 $P_3(70.00, 0)$ 、 $P_4(-35.00, 0)$ 、 $P_5(-70.00, 0)$ 、 $P_6(0, 35.00)$ 、 $P_7(0, 70.00)$ 、 $P_8(0, -35.00)$ 、 $P_9(0, -70.00)$ で表わされる。

【0020】一つの基板内における前記 $P_1 \sim P_9$ の膜厚を測定し、最大膜厚と最小膜厚を求め、次式、

$$(\text{膜厚ハ・ラツキ}) = \pm (\text{最大膜厚} - \text{最小膜厚}) / (\text{最大膜厚} + \text{最小膜厚})$$

から膜厚分布を算出したところ $\pm 6.8\%$ であった。この値が小さい方が膜厚分布は良好である。

【0021】また、前記膜厚分布を測定した基板を截断し、断面を研磨して前記微細孔 15 に埋め込まれた窒化チタン薄膜を観察した。ここで、図 3 に示すように、前記基板 6 の表面の窒化チタン薄膜の膜厚 d と、前記微細孔 15 の底面中心付近の膜厚 c_2 と、底面両端付近の膜厚 c_1 、 c_2 とを測定し、次式、

opposing with aforementioned titanium target 4, for mount to be able to do, we are constituted, when substrate is mounted in said substrate holder 7, in order for the distance of said substrate and aforementioned titanium target 4 to become 140 mm, we are constituted.

[0018] In aforementioned substrate 6, when depth designating diameter of a and bottom surface as e ,

$$A/R = a/e$$

So aspect ratio A/R which is defined being provided micropore of 2, to be, Starting aforementioned unshown vacuum pump, Aforementioned vacuum chamber 3 was designated as high vacuum state rear, Aforementioned substrate 6 is heated with aforementioned heater 11, sputtering gas which adds argon gas at ratio of flow 4 sccm is introduced from aforementioned gas inlet 4 in nitrogen gas of flow 26 sccm and (As for flow of entirety 30 sccm), until adjusting exhaust rate, pressure stabilizes at value of 5.7×10^{-2} Pa, after waiting, it threw electric power of 10 kW with direct current power source 12 which is connected to aforementioned target electrode 5, when sputtering was done, the titanium nitride thin film formation was done in aforementioned substrate 6.

[0019] It measured in 9 point of surface where, micropore of the substrate 6 which shows film thickness of this titanium nitride thin film, in Figure 2 is not provided. As for this 9 point, when it is located point P_1 of substrate center (0,0) with, as for remaining 8 points, it is displayed with $P_2(35.00, 0)$, the $P_3(70.00, 0)$, $P_4(-35.00, 0)$, $P_5(-70.00, 0)$, $P_6(0, 35.00)$, $P_7(0, 70.00)$, $P_8(0, -35.00)$ and the $P_9(0, -70.00)$ with unit of coordinate as mm.

[0020] To measure film thickness of aforementioned P_1 to P_9 inside substrate of the one, to seek maximum film thickness and minimum film thickness, next formula,

$$(\text{Film thickness variation}) = \pm (\text{maximum film thickness} - \text{minimum film thickness}) / (\text{maximum film thickness} + \text{minimum film thickness})$$

When empty film thickness distribution was calculated it was $\pm 6.8\%$. One where this value is small as for film thickness distribution is satisfactory.

[0021] In addition, substrate which measured aforementioned film thickness distribution was cutoff, cross section was ground and titanium nitride thin film which was imbedded to the aforementioned micropore 15 was observed. As here, shown in Figure 3, film thickness d of titanium nitride thin film of surface of the aforementioned substrate 6 and film thickness c_2 of bottom surface center vicinity of the aforementioned

$$(\text{平均埋込率}) = (c_1/d + c_2/d + c_3/d) / 3$$

で定義される平均埋込率を、前記点 P₁、P₂、P₃の3点における測定値から求めたところ、37%であった。

【0022】次に、アスペクト比2の微細孔が設けられており、窒化チタン薄膜が成膜されていない基板を前記基板ホルダー7に装着し、チタターゲットとの間隔を140mmに保ったまま、窒素ガスの流量を25sccm、アルゴンガスの流量を8sccm、成膜圧力を 6.5×10^{-2} Paとして、窒化チタン薄膜を成膜し、同様に膜厚を測定し、膜厚分布と平均埋込率とを求めた。比較例として、アルゴンガスを添加せず、窒素ガスだけでスパッタリングして成膜した窒化チタン薄膜の膜厚を測定し、膜厚分布と平均埋込率とを求めた。

【0023】また、基板とチタターゲットとの距離を170mm、及び200mmに変え、更にアルゴンガス流量、窒素ガス流量、及び成膜圧力を変え、アスペクト比が2の微細孔を有する別の基板上に窒化チタン薄膜を成膜し、膜厚を測定した。比較例として窒素ガスだけで成膜した窒化チタン薄膜の膜厚も測定した。

【0024】これらの成膜条件と、各条件下で成膜した窒化チタン薄膜の基板表面上の膜厚分布と微細孔の平均埋込率とを表1にまとめて記載する。

【0025】

micropore 15 and film thickness c_1 of bottom surface both ends vicinity, to measure with the c_2 , next formula,

$$(\text{Average pad ratio}) = (c_1/d + c_2/d + c_3/d) / 3$$

So average pad ratio which is defined, aforementioned point P₁, when it sought from measured value in 3 points of P₂ and P₃, it was a 37%.

[0022] Next, micropore of aspect ratio 2 is provided, film for formation it did titanium nitride thin film while titanium nitride thin film mounts substrate which film formation is not done in the aforementioned substrate holder 7, maintains interval of titanium target at 140 mm, the flow of nitrogen gas flow of 25 sccm and argon gas with the 8 sccm and film formation pressure as 6.5×10^{-2} Pa, measured film thickness in same way, sought with film thickness distribution and average pad ratio. As Comparative Example, argon gas was not added, sputtering did with just the nitrogen gas and measured film thickness of titanium nitride thin film which film formation is done, sought with film thickness distribution and average pad ratio.

[0023] In addition, distance of substrate and titanium target was changed into the 170 mm, and 200 mm, furthermore argon gas flow, nitrogen gas flow, the and film formation pressure were changed, titanium nitride thin film film formation was done on another substrate where aspect ratio has micropore of 2, film thickness was measured. Measured also film thickness of titanium nitride thin film which film formation is done with just the nitrogen gas as Comparative Example.

[0024] Collecting with these film formation condition and film thickness distribution on substrate surface of titanium nitride thin film which film formation is done and average pad ratio of micropore to the Table 1 under each condition, it states.

[0025]

【表1】

[Table 1]

成膜実験結果

* 投入電力 : 12 kW

基板／タ ーゲット 間距離	ガス流量(sccm)		成膜圧力 (E-2Pa)	膜厚分布 (%)	平均の 埋め込 み率(%)	膜厚 (nm)	成膜速度 (nm/min)	備考
	アルゴン	窒素						
140	0	30	5.7	±12.3	35	425	81.7	比較例
	4	26	5.8	±6.8	37	384	74.0	
	8	25	6.5	±7.1	36	376	70.0	
170	0	30	5.7	±9.0	41	323	63.3	比較例
	4	26	5.8	±5.0	39	300	58.9	
200	0	30	5.7	±6.4	47	317	41.0	比較例
	3	24	4.9	±6.2	48	306	38.0	
	4	26	5.8	±4.9	47	292	36.0	
	6	26	7.2	±3.8	48	294	37.0	
	8	26	8.3	±3.4	48	294	37.0	

【0026】前記表1からわかるように、基板とチタンターゲットとの距離が大きいくほど膜厚分布は小さく、平均埋込率は大きくなることわかる。

【0027】しかしながら基板とチタンターゲット間の距離に着目すると、この距離を大きくすると微細孔底部の成膜速度が低下してしまい、一方、短くした場合でも、実験によると、必ずしも微細孔底部の成膜速度が大きくなるとは限らなかった。従って、距離をパラメータとして微細孔底部の成膜速度を表した場合、一定の範囲の距離内で、ある極大値が存在する。この極大値と、極大値を与える距離とは、アスペクト比やスパッタ圧力等に影響される。

【0028】但し、必ずしも極大値を与える距離でスパッタを行う必要はない。従来のスパッタリング方法によるのと同程度の成膜速度(36nm/min)が得るためには、基板とチタンターゲットの間の距離が、約100mmから約300mmの範囲にすればよいことが実験により確認されている。

【0029】この場合、表1の実験結果から、基板とターゲットとの距離が140mm以上にすることが望ましい

[0026] As understood from aforementioned Table 1, when distance of the substrate and titanium target is large, film thickness distribution is small, as for average padratio it understands that it becomes large.

[0027] But when pays attention to distance between substrate and titanium target, when this distance it is enlarged, film-forming rate of micropore bottom part decreased, according to experiment, always film-forming rate of micropore bottom part becomes largewith did not limit even with when on one hand, it makes short. Therefore, with distance as parameter, when film-forming rate of micropore bottom part is displayed, inside distance of fixed range, a certain maximum value exists. This maximum value and distance which gives maximum value, it has an influence on the aspect ratio and sputter pressure etc.

[0028] However, it is not necessary to do sputter with distance which always gives maximum value. That it depends on conventional sputtering method, in order for film-forming rate (36 nm/min) of same extent to obtain, it is verified distance between substrate and titanium target, from approximately 100 mm should have put in range of approximately 300 mm thing by experiment.

[0029] In this case, from experimental result of Table 1, it understands that it is desirable for distance of substrate and target to

ことが分かる。

[0030]

【発明の効果】本発明によれば、微細孔内の埋込特性が良好で、基板表面の膜厚分布が良好な窒化チタン薄膜を得ることができ、高アスペクト比の微細孔を効率よく埋め込めるので、歩留りが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に使用した低圧スパッタ装置の一例

【図2】 窒化チタン薄膜の膜厚の測定点

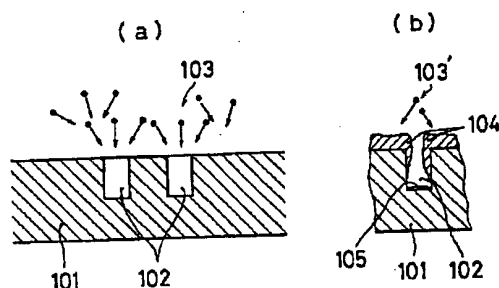
【図3】 微細孔の断面図

【図4】 (a)従来のスパッタリング方法により薄膜が成膜される状態を示した図 (b)シャドウイング効果を示す図

【符号の説明】

4.....チタンターゲット 6.....基板

【図4】



make 140 mm or greater.

[0030]

[Effects of the Invention] According to this invention, pad characteristic inside micropore being satisfactory, be able to acquire titanium nitride thin film where film thickness distribution of the substrate surface is satisfactory, because micropore of high aspect ratio can be imbedded efficiently, yield rate improves.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1] Is used for this invention one example of low pressure sputtering apparatus which

[Figure 2] Measurement point of film thickness of titanium nitride thin film

[Figure 3] Sectional view of micropore

[Figure 4] (A) Thin film shows Figure (b) shadowing effect which shows state which the film formation is done with conventional sputtering method figure

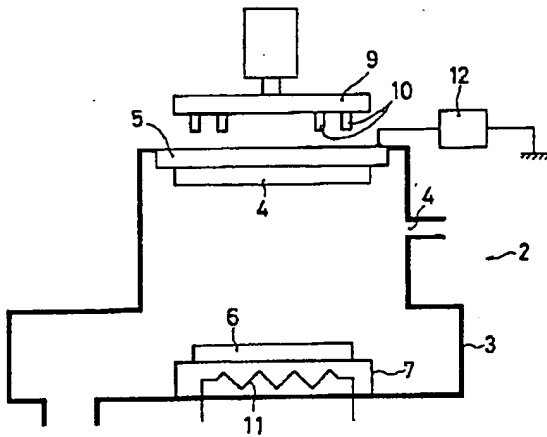
[Explanation of Reference Signs in Drawings]

4..... titanium target 6..... substrate

[Figure 4]

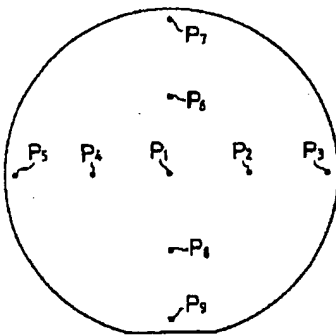
【図 1】

[Figure 1]



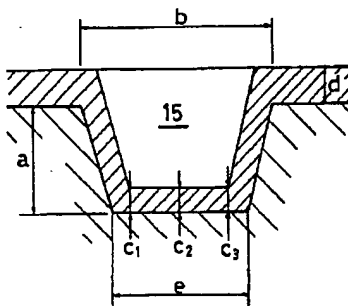
【図 2】

[Figure 2]



【図 3】

[Figure 3]



THIS PAGE BLANK (USPTO)